

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE VERÖFFENTLICHUNG

BERICHTIGTE FASSUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Mai 2004 (21.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/042460 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G02F 1/1333,  
1/1343, 1/07

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012082

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. Oktober 2003 (30.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 52 250.2 7. November 2002 (07.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): MERCK PATENT GMBH [DE/DE]; Frankfurter  
Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HECKMEIER,  
Michael [DE/DE]; Gutenbergstrasse 7, 69502 Hemsbach  
(DE); CZANTA, Markus [DE/DE]; Albini-Strasse 9,  
55116 Mainz (DE); GÖTZ, Achim [DE/DE]; C. Mieren-  
dorf Strasse 14, 64665 Alsbach-Hähnlein (DE).

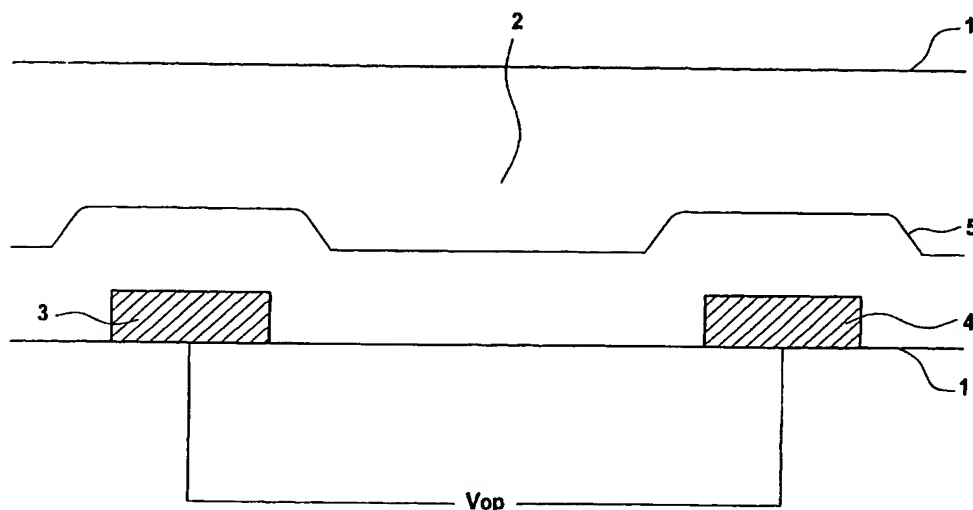
(74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GMBH;  
Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRO-OPTICAL LIGHT CONTROL ELEMENT AND DISPLAY HAVING A CONTROL MEDIUM WITH AN OPTICALLY ISOTROPIC PHASE

(54) Bezeichnung: ELEKTROOPTISCHES LICHTSTEUERELEMENT UND ANZEIGE MIT STEUERMEDIUM MIT OPTISCH ISOTROPER PHASE



(57) Abstract: The invention relates to an electro-optical light control element and to electro-optical displays and display systems, e.g. television screens and computer monitors, which contain elements of this type. The inventive light control elements contain a mesogenic control medium (2) that exists in an optically isotropic phase when the light control elements are in operation. In addition to having a good contrast, a low dependency on viewing angle and very short switching times, the light control elements are particularly characterized by having relatively low drive voltages. The inventive electro-optical light control elements contain a solid dielectric layer (5) between the electrode structure (3, 4) and the mesogenic control layer. The invention also relates to the mesogenic control media, which are used in the electro-optical light control elements and which can exist in a blue phase.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Rec'd PCT/PTO 06 MAY 2005

534.036

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT IM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Mai 2004 (21.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/042460 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G02F 1/1333,  
1/1343, 1/07

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012082

(22) Internationales Anmeldedatum:  
30. Oktober 2003 (30.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 52 250.2 7. November 2002 (07.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): MERCK PATENT GMBH [DE/DE]; Frankfurter  
Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HECKMEIER,

Michael [DE/DE]; Gutenbergstrasse 7, 69502 Hemsbach  
(DE). CZANTA, Markus [DE/DE]; Albini-Strasse 9,  
55116 Mainz (DE). GÖTZ, Achim [DE/DE]; C. Mieren-  
dorf Strasse 14, 64665 Alsbach-Hähnlein (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GMBH;  
Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

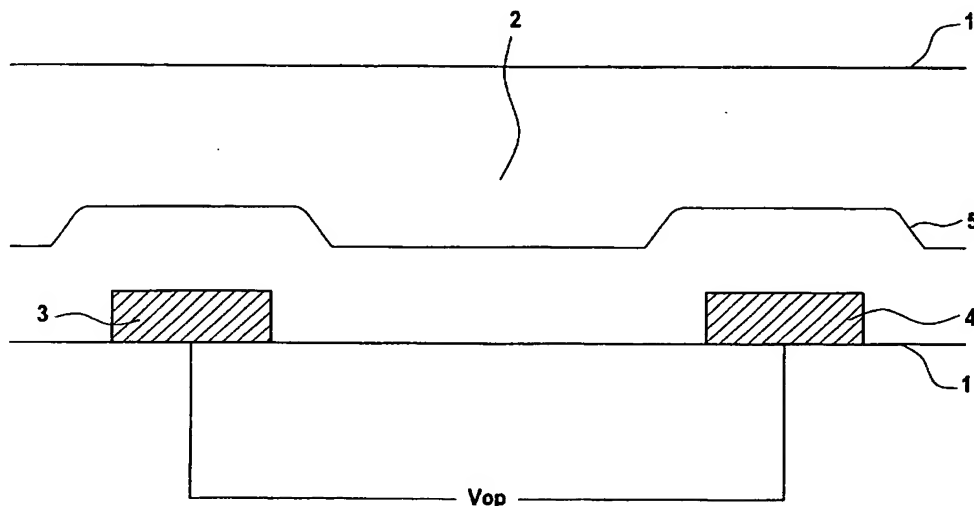
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRO-OPTICAL LIGHT CONTROL ELEMENT AND DISPLAY HAVING A CONTROL MEDIUM WITH AN OPTICALLY ISOTROPIC PHASE

(54) Bezeichnung: ELEKTROOPTISCHES LICHTSTEUERELEMENT UND ANZEIGE MIT STEUERMEDIUM MIT OPTISCH ISOTROPER PHASE



(57) Abstract: The invention relates to an electro-optical light control element and to electro-optical displays and display systems, e.g. television screens and computer monitors, which contain elements of this type. The inventive light control elements contain a mesogenic control medium (2) that exists in an optically isotropic phase when the light control elements are in operation. In addition to having a good contrast, a low dependency on viewing angle and very short switching times, the light control elements are particularly characterized by having relatively low drive voltages. The inventive electro-optical light control elements contain a solid dielectric layer (5) between the electrode structure (3, 4) and the mesogenic control layer. The invention also relates to the mesogenic control media, which are used in the electro-optical light control elements and which can exist in a blue phase.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/042460 A1



TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie beispielsweise Fernsehbildschirme und Computermonitore. Die erfindungsgemässen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium (2), das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in einer optisch isotropen Phase vorliegt. Sie sind, neben einem guten Kontrast, einer geringen Blickwinkelabhängigkeit und sehr kurze Schaltzeiten, besonders durch relativ niedrige Ansteuerspannungen ausgezeichnet. Die erfindungsgemässen elektrooptischen Lichtsteuerelemente enthalten eine feste dielektrische Schicht (5) zwischen der Elektrodenstruktur (3, 4) und der mesogenen Steuerschicht. Die in den elektrooptischen, Lichtsteuerelementen verwendeten mesogenen Steuermedien sind ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung und Können einer blauen Phase vorliegen.

ELEKTROOPTISCHES LICHTSTEUERELEMENT UND ANZEIGE MIT STEUERMEDIUM MIT OPTISCH ISOTROPER PHASE

Gebiet der Erfindung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft Lichtsteuerelemente, diese enthaltende Anzeigen und Anzeigesysteme. Die Lichtsteuerelemente verwenden bevorzugt Steuermedien die bei bestimmten Temperaturen anisotrope Eigenschaften aufweisen, wie z. B. Flüssigkristalle. Die Lichtsteuerelemente werden bei einer Temperatur betrieben, bei der die Steuermedien in einer optisch isotropen Phase, bevorzugt in der isotropen Phase oder in einer Blauen Phase, besonders bevorzugt in einer Blauen Phase, vorliegen. Derartige Anzeigen sind in DE 102 17 273.0 und DE 102 41 301.0 vom 04.09.2002 (einer weiteren bislang unveröffentlichten Patentanmeldungen der Anmelderin der vorliegenden
- 10
- 15 Anmeldung) beschrieben.

- Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement, sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie Fernsehbildschirme, Computermonitore und ähnliche.
- 20 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in der optisch isotropen Phase vorliegt. Sie sind neben einem guten Kontrast und einer geringen Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts besonders durch sehr kurze Schaltzeiten, insbesondere zur Darstellung bewegter Bilder, wie z.B. bei Fernseh- oder Monitoranwendungen, bei gleichzeitig relativ niedriger Betriebsspannung ausgezeichnet.
- 25

- Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung elektrooptische Lichtsteuerelemente, sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme die eine verbesserte Zuverlässigkeit aufweisen.
- 30

Aufgabe und Stand der Technik

- 35 Konventionelle elektrooptischen Flüssigkristallanzeigen sind allgemein bekannt. Sie werden bei einer Temperatur betrieben, bei der sich das

Steuermedium in einer, in der Regel optisch anisotropen, Mesophase befindet. Bei den meisten Anzeigetypen werden die Steuermedien in der nematischen Phase verwendet. In der Mesophase haben die Steuermedien bereits anisotrope Eigenschaften, wie zum Beispiel eine Doppelbrechung ( $\Delta n$ ). Diese anisotropen Eigenschaften werden nicht erst durch ein elektrisches Feld induziert. Am weitesten verbreitet sind TN- (Englisch: „twisted nematic“) und STN- (Englisch: „super twisted nematic“) Anzeigen. Die Flüssigkristallzellen dieser Anzeigen haben Elektroden auf den Substraten auf den beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Flüssigkristallmediums. Somit ist das elektrische Feld im wesentlichen vertikal zur Flüssigkristallschicht. Insbesondere die zuerst genannten Anzeigen werden in Kombination mit einer TFT Ansteuerung (Englisch: „thin film transistor“) für Anzeigen mit großem Informationsgehalt und großer Auflösung verwendet. So zum Beispiel in „lap-top“ und „note-book“ Computern. Insbesondere bei „desk-top“ Computermonitoren werden in neuerer Zeit zunehmend Flüssigkristallanzeigen des IPS- (Englisch: „in-plane switching“, z. B. DE 40 00 451 und EP 0 588 568) oder alternativ des VAN- (Englisch: „vertically aligned nematic“) Typs verwendet. VAN-Anzeigen sind eine Variante der ECB- (Englisch: „electrically controlled birefringence“) Anzeigen. In einer modernen Variante den MVA-Anzeigen (Englisch: „multi domain vertically aligned“) werden pro angesteuerter Elektrode mehrere Domänen stabilisiert und zusätzlich wird eine spezielle optische Kompensationsschicht verwendet. Diese Anzeigen verwenden, wie die bereits erwähnten TN-Anzeigen, ein zur Flüssigkristallschicht vertikales elektrisches Feld. Im Gegensatz hierzu verwenden IPS-Anzeigen in der Regel Elektroden auf nur einem Substrat, also an einer Seite der Flüssigkristallschicht, sind also durch eine wesentliche Komponente des elektrischen Felds parallel zur Flüssigkristallschicht gekennzeichnet.

Allen diesen konventionellen Anzeigen ist ein relativ langsames Schalten gemein, insbesondere ist dieses für die immer stärkere Verbreitung findenden TV- und Multi-Media-Anwendungen nicht ausreichend. Dieses fällt insbesondere im Vergleich mit den nahezu ubiquitären Kathodenstrahlröhren auf. Ein weiterer Nachteil der bekannten, in Flüssigkristallanzeigen eingesetzten elektro-optischen Effekte ist die deutliche Blick-

winkelabhängigkeit des erzielten Kontrasts. Diese ist in den meisten Fällen so groß, daß für Anzeigen im Direktsichtbetrieb Kompensationsschichten, typischerweise anisotrope Filme, mit zum Teil kompliziertem Aufbau, verwendet werden müssen.

5

In den unveröffentlichten Anmeldungen DE 10217273.0 und DE 102 41 301.0 werden Lichtsteuerelemente beschrieben, bei denen das mesogene Steuermedium bei der Betriebstemperatur in der isotropen Phase vorliegt. Diese Lichtsteuerelemente schalten besonders schnell und haben eine gute Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts. Allerdings ist die Zuverlässigkeit dieser Anzeigen bei längerem Betrieb für einige Anwendungen nicht ausreichend. So ist die elektrische Leitfähigkeit oft zu groß. Für die Ansteuerung mit einer Matrix von TFTs ist eine hohe „voltage holding ratio“ erforderlich. Diese kann bei einigen der neuen Lichtsteuerelemente nur durch den Einsatz von Speicherkondensatoren (bzw. Speicherkapazitäten) erreicht werden. Diese benötigen jedoch meist weitere Prozeßschritte bei der Herstellung der aktiven Substrate und führen in der Regel zu einer Verringerung des Anteils der für den elektrooptischen Effekt nutzbaren Fläche. Der oft unerwünscht hohe Stromfluss durch die Lichtsteuerelemente führt zu einer niedrigen „voltage holding ratio“ und somit zu einem unerwünschten Energieverbrauch. Ferner treten an den Kanten und besonders an den Ecken der Elektrodenstruktur unerwünschte Effekte auf. Hier treten Änderungen des Kontrasts auf, die, insbesondere mit zunehmender Betriebsdauer, zu einer Verschlechterung des Kontrasts der Lichtsteuerelemente führen können. Die beschriebenen Effekte begrenzen die Einsatzmöglichkeiten der neuen Lichtsteuerelemente und führen zu kurzen Lebensdauern der entsprechenden Anzeigen, insbesondere unter Belastungen wie erhöhter Temperatur oder elektromagnetischer Strahlung, insbesondere starkem sichtbaren Licht oder UV-Strahlung.

30

Eine Verringerung der Konzentration von stark polaren Verbindungen in den Steuermedien kann zu einer Verringerung der oben beschriebenen unerwünschten Effekte führen. Da die neuen elektrooptischen Ansteuerelemente relativ hohe Ansteuerspannungen benötigen, die bei eingeschränkter Verwendung von stark polaren Verbindungen sogar noch

35

ansteigen würden ist diese Möglichkeit in der Regel nicht besonders vorteilhaft.

5 Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde besonders schnell schaltende Lichtsteuerelemente mit geringer Blickwinkelabhängigkeit und insbesondere mit niedrigen Ansteuerspannungen zu realisieren. Diese Lichtsteuerelemente sollen eine Schichtdicke der Steuermedien in der Größenordnung einiger  $\mu\text{m}$  aufweisen. Sie sollen als Elemente von FPDs (Englisch: „flat panel displays“, also flachen Anzeigen), wie zum Beispiel  
10 Flachbildschirmen für Computer, eingesetzt werden. Ferner sollen die Lichtsteuerelemente sie mittels einer möglichst einfachen Elektrodenkonfiguration ansteuerbar sein und eine niedrige Betriebsspannung aufweisen. Darüber hinaus sollen sie für die Anwendung in elektrooptischen Anzeigen einen guten Kontrast mit einer geringen Blickwinkelabhängigkeit haben und insbesondere sollte ihre Zuverlässigkeit, wie die  
15 Lebensdauer auch unter Belastung und bei breitem Arbeitstemperaturbereich besonders gut sein.

20 Somit besteht der Bedarf nach verbesserten Lichtsteuerelementen insbesondere mit verbesserter Zuverlässigkeit.

#### Vorliegende Erfindung

25 Überraschend wurde gefunden, dass, wie im Folgenden beschrieben, Lichtsteuerelemente die ein mesogenes Steuermedium verwenden, das bei der Betriebstemperatur in einer optisch isotropen Phase vorliegt, mit einer guten Zuverlässigkeit erhalten werden können.

30 Die elektrooptischen Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen

- ein Substrat oder mehrere Substrate,
- eine Elektrodenanordnung,
- mindestens ein Element oder mehrere Elemente zur Polarisation des Lichts und
- 35 - ein Steuermedium,

und sind dadurch gekennzeichnet, dass

- das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in einer optisch isotropen Phase vorliegt und dass
- die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann und dass
- das Lichtsteuerelement eine feste dielektrische Schicht zwischen der Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht umfaßt.

Die feste dielektrische Schicht ist in der Regel ein Isolator oder eine ähnliche Schicht mit einem großen elektrischen Widerstand.

Die optisch isotrope Phase in der sich das Steuermedium bei der Betriebstemperatur des Lichtsteuerelements befindet kann eine echte (homogene) Phase, wie z.B. die isotrope Phase des Mediums oder eine Blaue Phase oder auch eine inhomogene, sogenannte Scheinphase sein, wie zum Beispiel das Medium eines PDLC (Englisch „polymer dispersed liquid cystal) Systems mit einer Tröpfchengröße, die so gering ist, dass das System optisch isotrop ist. An Stelle von PDLCs kommen auch Polymernetzwerke (kurz PN von Englisch „polymer network“) Systeme in Betracht, bei denen der Flüssigkristall in einer kontinuierlichen Phase vorliegt, solange die charakteristischen Strukturen klein genug sind, dass das System optisch isotrop ist. Hierzu ist, wie bei den PDLCs der Durchmesser der charakteristischen Strukturen bevorzugt kleiner als die Wellenlänge des verwendeten Lichts.

Bevorzugt wird ein Steuermedium mit einer homogenen Phase verwendet.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt das Steuermedium des Lichtsteuerelements bei der Betriebstemperatur, bzw. bei mindestens einer der Betriebstemperaturen in der isotropen Phase vor.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt das Steuermedium des Lichtsteuerelements bei der



5 Betriebstemperatur, bzw. bei mindestens einer der Betriebstemperaturen in einer Blauen Phase vor. In dieser Ausführungsform kann sich der Betriebstemperaturbereich über die Blaue Phase und darüber hinaus oder beim Auftreten mehrerer Blauer Phasen über deren Bereich und darüber hinaus bis in die isotrope Phase erstrecken.

10 Flüssigkristalle mit entsprechend starker chiraler Verdrillung können eine oder mehrere optisch isotrope Mesophasen aufweisen. Diese Phasen erscheinen bei entsprechendem cholesterischen Pitch, in einer ausreichend großen Schichtdicke leicht bläulich. Aus diesem Grund werden sie als Blaue Phasen bezeichnet (Gray and Goodby, „Smectic Liquid Crystals, Textures and Structures“, Leonhard Hill, USA, Canada (1984)).

15 Die Effekte elektrischer Felder auf Flüssigkristalle, die in einer Blauen Phase vorliegen, werden beispielsweise in H.S. Kitzerow, „The Effect of Electric Fields on Blue Phases“, Mol. Cryst. Liq. Cryst, (1991), Bd. 202, S. 51-83 beschrieben. Dort werden auch die bislang identifizierten drei Arten Blauer Phasen (BP I bis BP III) erwähnt, die in feldfreien Flüssigkristallen  
20 beobachtet werden können. Es werden jedoch keine elektrooptischen Anzeigen, die eine feldinduzierte Doppelbrechung ausnutzen, beschrieben. Unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes können weitere Blaue Phasen oder andere Phasen auftreten, die von den Blauen Phasen I, II und III verschieden sind.

25 Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht im Vorhandensein der n dielektrischen Schicht zwischen der Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht und in ihrer Ausgestaltung. Die feste dielektrische Schicht zwischen der  
30 Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente kann aus bekannten festen anorganischen oder polymeren organischen Dielektrika bestehen. Die feste dielektrische Schicht ist eine elektrisch isolierenden Schicht. Bevorzugt sind Schichten aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_x$ , Siliziumnitrid, Siliziumkarbid  
35 oder dergleichen, ganz besonders bevorzugt aus  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{SiO}_x$ .

Diese feste dielektrische Schicht kann mittels bekannter Verfahren, wie z.B. Sputtern oder Aufdampfen, hergestellt werden.

5        Hierbei kann es vorteilhaft sein die feste dielektrische Schicht in einem gemeinsamen Prozeßschritt bei der Herstellung einer der Schichten der elektrisch nichtlinearen Elemente der Aktiven Matrizen z.B. der TFTs herzustellen. Hierbei bietet sich insbesondere die oberste Schicht dieser TFTs oder deren „Top coat“ an. Es können jedoch auch übliche Planarisierungsschichten verwendet werden.

10        Die Schichtdicke der festen dielektrischen Schicht sollte ausreichend groß sein um den erwünschten Effekt der Passivierung zu erzielen, sie sollte jedoch nicht zu groß gewählt werden um die effektive Spannung für den elektrooptischen Effekt nicht zu sehr zu erniedrigen. Bevorzugt sollte die  
15        Schichtdicke der festen dielektrischen Schicht nicht mehr als 90% der Dicke des mesogenen Steuermediums betragen. Als besonders günstig hat sich eine Schichtdicke der dielektrischen Schicht im Bereich von 2 nm bis 5 µm, bevorzugt im Bereich von 10 nm bis 1 µm und besonders bevorzugt im Bereich von 50 nm bis 500 nm erwiesen.

20        Die feste dielektrische Schicht kann sich kontinuierlich über die gesamte Fläche des Lichtsteuerelements erstrecken. Sie kann jedoch in einigen Fällen auch zweckmäßigerweise strukturiert sein und sich nur über Teile der Fläche des Lichtsteuerelements erstrecken. Die feste dielektrische  
25        Schicht bedeckt die Elektrodenstruktur mindestens teilweise, besonders bevorzugt bedeckt sie insbesondere die Ecken und/oder Kanten der Elektroden im wesentlichen vollständig, an denen die Kontraständerungen, insbesondere unter Belastung, in der Regel zuerst beobachtet werden.

30        In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Elektrodenanordnung so gestaltet, dass mindestens eine der vier folgenden Bedingungen erfüllt ist

35        -        die in der Ebene der Steuerschicht einander benachbarten elektrisch leitfähigen Schichten haben einen Abstand von 10 µm oder weniger voneinander,

- die leitfähige Schicht oder, wenn mehrere der elektrisch der leitfähigen Schichten vorhanden sind, eine dieser Schichten der Elektrodenstruktur ist erhaben oder mehrere dieser Schichten der Elektrodenstruktur sind erhaben,
- 5 - die Elektrodenstruktur umfaßt jeweils zwei oder mehrere Schichten die einander überlagern, elektrisch leitend miteinander verbunden sind und gleichzeitig über wesentliche Teile ihrer Fläche voneinander durch eine dielektrische Schicht getrennt sind,
- 10 - die elektrisch leitfähige Schicht oder, wenn mehrere der elektrisch der leitfähigen Schichten vorhanden sind, eine oder mehrere der leitfähigen Schichten der Elektrodenstruktur ist bzw. sind durch eine feste dielektrische Schicht vom jeweiligen darunterliegenden Substrat getrennt.

15

Neben der niedrigen Ansteuerspannung, dem guten Kontrast dieser Anzeigen mit besonders geringer Blickwinkelabhängigkeit und sehr kurzen Schaltzeiten ist ihre Zuverlässigkeit hervorragend.

20

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung näher erläutert.

Bevorzugt wird als Steuermedium des Lichtsteuerelements ein mesogenes Medium verwendet. Als mesogene Medien werden in der vorliegenden Anmeldung Medien bezeichnet, die eine Mesophase aufweisen, die in  
25 einer Mesophase löslich sind ohne deren Phasenbereich besonders stark zu verschmälern oder die eine Mesophase induzieren. Die Mesophase ist eine smektische Phase oder eine nematische Phase, bevorzugt eine nematische Phase.

30

Als bevorzugtes Medium zur Untersuchung der mesogenen Eigenschaften der Verbindungen, Komponenten oder Medien, die selbst keine Mesophase aufweisen, wird die nematische Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland verwendet. Bevorzugt haben die mesogenen Verbindungen, Komponenten oder Medien einen aus 10%-  
35 iger Lösung in dieser Mischung extrapolierten Klärpunkt von  $-100^{\circ}\text{C}$  oder

mehr, besonders bevorzugt von  $-50^{\circ}\text{C}$  oder mehr und ganz besonders bevorzugt von  $-20^{\circ}\text{C}$  oder mehr.

5 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten bevorzugt ein mesogenes Medium, das bei Betriebstemperatur in einer optisch isotropen Phase vorliegt. Dieses Medium befindet sich zweckmäßiger Weise auf bzw. unter einem Substrat.

10 In der Regel befindet sich das Steuermedium zwischen zwei Substraten. Diese Ausführungsform ist bevorzugt. Wenn sich das Steuermedium zwischen zwei Substraten befindet ist mindestens eines dieser Substrate lichtdurchlässig. Das lichtdurchlässige Substrat, bzw. die lichtdurch-  
15 lässigen Substrate können z. B. aus Glas, Quarz oder Kunststoff bestehen. Wird ein Substrat verwendet, das nicht lichtdurchlässig ist, so kann dies unter anderem aus einem Metall oder einem Halbleiter bestehen. Diese Medien können als solche verwendet werden oder auf einem Träger, z.B. einer Keramik, vorliegen. Ist das Steuermedium ein polymeres Medium so kann gegebenenfalls auf die Verwendung eines zweiten Substrats verzichtet werden. Polymere Steuermedium können  
20 sogar selbsttragend ausgeführt werden. In diesem Fall wird gar kein Substrat benötigt.

25 Die Betriebstemperatur des Lichtsteuerelements liegt bevorzugt oberhalb der Übergangstemperatur des Steuermediums zur optisch isotropen Phase, in der Regel im Bereich von  $0,1^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  oberhalb dieser Übergangstemperatur, bevorzugt im Bereich von  $0,1^{\circ}$  bis  $10^{\circ}$  oberhalb dieser Übergangstemperatur und besonders bevorzugt im Bereich von  $0,1^{\circ}$  bis  $5^{\circ}$  oberhalb dieser Übergangstemperatur.

30 Bei Anlegen einer Spannung wird in dem mesogenen Medium in der optisch isotropen Phase eine Orientierung induziert, welche zu einer optischen Verzögerung führt, die auf bekannte Weise visualisiert werden kann. Bevorzugt wird ein inhomogenes elektrisches Feld angewendet.

35 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten mindestens ein Element zur Polarisierung des Lichts. Zusätzlich enthalten sie bevorzugt

ein weiteres optisches Element. Dieses weitere optische Element ist entweder ein zweites Element zur Polarisierung des Lichts, ein Reflektor oder ein Transfektor.

5 Die optischen Elemente sind so angeordnet, dass das Licht beim Durchgang durch das mesogene Medium des Lichtsteuerelements sowohl vor dem Eintritt in das mesogene Medium, als auch nach dem Austritt aus dem mesogenen Medium mindestens einmal mindestens ein polarisierendes Element durchläuft.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform des Lichtsteuerelements gemäß der vorliegenden Erfindung befindet sich das mesogene Medium zwischen zwei Polarisatoren, also einem Polarisator und einem Analysator. Bevorzugt werden zwei Linearpolarisatoren verwendet. In dieser Ausführung sind die Absorptionsachsen der Polarisatoren bevorzugt  
15 gekreuzt und bilden bevorzugt einen Winkel von im wesentlichen  $90^\circ$ .

Optional enthält das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement eine oder mehrere doppelbrechende Schichten. Bevorzugt enthält es eine  $\lambda/4$ -Schicht oder mehrere  $\lambda/4$ -Schichten, bevorzugt eine  $\lambda/4$ -Schicht. Die optische Verzögerung der  $\lambda/4$ -Schicht beträgt bevorzugt ca. 140 nm.

20 Die Schichtdicke (d) des mesogenen Steuermediums beträgt bevorzugt  $0,1 \mu\text{m}$  bis  $5.000 \mu\text{m}$  (i.e. 5 mm), besonders bevorzugt  $0,5 \mu\text{m}$  bis  $1.000 \mu\text{m}$  (i.e. 1 mm), besonders bevorzugt  $1,0 \mu\text{m}$  bis  $100 \mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt  $3,0 \mu\text{m}$  bis  $30 \mu\text{m}$  und insbesondere  $3,5 \mu\text{m}$  bis  $20 \mu\text{m}$ . In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Schichtdicke des mesogenen Steuermediums bevorzugt  $0,5 \mu\text{m}$  bis  $50 \mu\text{m}$ , besonders bevorzugt  $1,0 \mu\text{m}$  bis  $20 \mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt  $1,0 \mu\text{m}$  bis  $8,0 \mu\text{m}$ .  
30

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch elektrooptische Anzeigen, die ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente enthalten. Bevorzugt werden diese elektrooptischen Anzeigen mittels einer  
35 aktiven Matrix angesteuert.

5 Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind des weiteren elektrooptische Anzeigesysteme enthaltend eine oder mehrere erfindungsgemäße elektrooptische Anzeigen. Diese elektrooptische Anzeigesysteme werden bevorzugt zur Darstellung von Information, unter anderem, bevorzugt als Fernsehbildschirm oder als Computermonitor verwendet. Bei der darzustellenden Information handelt es sich bevorzugt um digitale Signale oder um Videosignale.

10 Das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement kann zusätzlich ein oder mehrere weitere übliche optische Elemente wie doppelbrechende Schichten (z.B. Kompensationsschichten), Diffusorschichten, und Elemente zur Erhöhung der Helligkeit und/oder der Lichtausbeute und/oder der Blickwinkelabhängigkeit enthalten, wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist.

15 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind durch einen guten Kontrast gekennzeichnet, der stark und nahezu überwiegend von den Eigenschaften der verwendeten Polarisatoren abhängt. Zum Vergleich mit herkömmlichen TN-Zellen werden hier TN-Zellen mit einer optischen  
20 Verzögerung von 0,50  $\mu\text{m}$ , positivem Kontrast und der Absorptionsachse der Polarisatoren senkrecht zu der Vorzugsorientierung der nematischen Flüssigkristalle am benachbarten Substrat, die nicht chirale Flüssigkristalle enthalten, herangezogen. Werden bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen und bei diesen herkömmlichen TN-Zellen die  
25 gleichen Polarisatoren verwendet, ist der Kontrast der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente um 40% oder mehr größer als der der TN-Zellen.

30 Die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente ist sehr gut. Sie ist deutlich besser als die der bekannten ECB-Zellen. Sie ist eher vergleichbar mit der bei den kommerziell verfügbaren IPS-Anzeigen (z.B. von Hitachi und NEC, beide Japan) und MVA-Anzeigen (z.B. von Fujitsu, Japan) beobachteten Blickwinkelabhängigkeit. Sie ist viel geringer als die der konventionellen TN-Anzeigen. So schließt eine Isokontrastkurve eines gegebenen  
35 Kontrastverhältnisses bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen in der Regel einen Winkelbereich ein, der mehr als doppelt so groß, oft

sogar mehr als dreimal so groß ist wie die entsprechende Isokontrastkurve für das gleiche Kontrastverhältnis bei der TN-Anzeige.

5 Die Schaltzeiten der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind sehr klein. Sie liegen in der Regel bei Werten von 5 ms oder weniger, bevorzugt bei 1 ms oder weniger, bevorzugt bei 0,5 ms oder weniger besonders bevorzugt bei 0,1 ms oder weniger.

10 Besonders vorteilhaft ist die Tatsache, dass beim Schalten zwischen verschiedenen Graustufen sowohl die Schaltzeit für das Ausschalten, als auch, besonders überraschend, die für das Einschalten nahezu unabhängig von der verwendeten Ansteuerspannung sind. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Lichtsteuerelementen wie Flüssigkristallzellen, z.B. TN-Zellen, dar.

15 Zur Untersuchung des Schaltverhaltens bei der Ansteuerung von Graustufen wurden die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente jeweils mit verschiedenen Ansteuerspannungen geschaltet. Dabei wurden charakteristische Spannungen der elektrooptischen Kennlinie als  
20 Endpunkte gewählt, z.B.  $V_{10}$ ,  $V_{20}$ ,  $V_{30}$ , ... bis  $V_{90}$ . Dann wurde von einer gegebenen charakteristischen Spannung auf die anderen Spannungen und zurück geschaltet, z.B. von  $V_{10}$  auf jede der Spannungen  $V_{90}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{70}$  bis  $V_{20}$ . Als nächstes wurde eine andere der charakteristischen  
25 Spannungen gewählt und von dieser auf jeder der höheren charakteristischen Spannungen und zurück geschaltet, z.B. von  $V_{20}$  auf jede der Spannungen  $V_{90}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{70}$  bis  $V_{30}$  und so weiter bis zur Ausgangsspannung  $V_{80}$  von der auf  $V_{90}$  und zurück geschaltet wird. Bei den Lichtsteuerelementen gemäß der vorliegenden Erfindung ist in allen  
30 diesen Fällen die Einschaltzeit vom Zeitpunkt des Einschaltens der neuen Spannung bis zum Erreichen von 90% der jeweiligen maximalen Transmissionsänderung für alle diese Schaltvorgänge in erster Näherung identisch.

35 Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente. Diese werden in

einer bevorzugten Ausführungsform mittels einer Aktiven Matrix angesteuert.

5 In einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die erfindungs-  
gemäßen Lichtsteuerelemente im sogenannten „field sequential mode“  
angesteuert. Hierbei werden die Schaltelemente synchron zur An-  
steuerung nacheinander mit verschieden farbigem Licht beleuchtet. Zur  
Erzeugung des gepulsten farbigen Lichts können beispielsweise ein  
10 Farbrad („color wheel“), Stroboskoplampen oder Blitzlampen eingesetzt  
werden.

15 Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung können,  
insbesondere wenn sie für Fernsehbildschirme, Computermonitore oder  
ähnliches verwendet werden, zur Darstellung farbiger Bilder einen Farb-  
filter enthalten. Dieser Farbfilter besteht zweckmäßiger Weise aus einem  
Mosaik von Filterelementen verschiedener Farben. Hierbei ist typischer  
Weise jedem elektro-optischen Schaltelement ein Element des Farbfilter-  
mosaiks einer Farbe zugeordnet.

20 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten eine Elektroden-  
struktur die ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente  
parallel zum Substrat, also auch parallel zur Schicht des mesogenen  
Mediums, erzeugt. Als Fläche des Steuermediums wird in diesem  
Zusammenhang die Fläche der hauptsächlichen Ausdehnung des  
25 Steuermediums verstanden, die in der Regel mit der Anzeigefläche  
übereinstimmt.

Die verwendeten Substrate können planar sein oder gewölbt, bevorzugt  
sind sie planar.

30 Die Elektrodenstruktur kann in der Form von interdigitalen Elektroden  
ausgeführt sein. Sie kann in Form von Kämmen oder Leitern ausgeführt  
sein. Auch Ausführungen in Form von überlagerten „H“s und doppel-„T“s  
bzw. „I“s sind vorteilhaft. Die Elektrodenstruktur befindet sich vorteilhaft auf  
35 nur einer Seite des mesogenen Mediums, bei Verwendung mindestens  
eines Substrats bevorzugt zwischen diesem und dem mesogenen



- Medium. Bevorzugt liegt die Elektrodenstruktur in mindestens zwei unterschiedlichen Ebenen die sich beide auf einer Seite des mesogenen Steuermediums befinden, vor, dies gilt insbesondere wenn die Elektrodenstruktur überlappende Teilstrukturen enthält. Diese Teilstrukturen werden vorteilhafter Weise durch eine dielektrische Schicht voneinander getrennt. Wenn sich die Teilstrukturen auf den gegenüberliegenden Seiten einer Isolationsschicht befinden kann ein „lay out“ gewählt werden, das die Realisierung von Kondensatoren erlaubt. Dies ist insbesondere bei der Ansteuerung von Anzeigen mittels einer aktiven Matrix vorteilhaft.
- Derartige aktiv Matrix Anzeigen verwenden eine Matrix von den einzelnen Lichtsteuerelementen zugeordneten Ansteuerelementen mit einer nicht-linearen Strom-Spannungs-Kennlinie, wie z. B. TFTs oder MIM- (Englisch: „metal insulator metal“) Dioden.
- Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht in der Ausgestaltung der Elektrodenstruktur der erfindungsgemäßen elektro-optischen Schaltelemente. Hierbei sind verschiedene Ausführungsformen möglich. Im folgenden werden die bevorzugten Ausführungsformen den Elektroden der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente gegebenenfalls unter Hinzuziehung der entsprechenden Abbildungen beschrieben.
- Der Aufbau von Lichtsteuerelementen mit einem mesogenen Steuermedium wird hier kurz anhand der Abbildung 1 verdeutlicht.
- Die Abbildung zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines solchen Schaltelements oder eines Teils eines solchen Schaltelements. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) und (1') befindet sich das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) befinden sich die beiden Elektroden (3) und (4) der Elektrodenstruktur, die mit voneinander verschiedenen Potentialen beaufschlagt werden können. „Vop“ bezeichnet die Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.
- Die Elektroden können aus durchsichtigem Material bestehen, wie z. B. Indiumzinnoxid (ITO). In diesem Fall kann es vorteilhaft und gegebenen-

falls nötig sein, einen Teil oder Teile des Lichtsteuerelements mittels einer schwarzen Maske abzudecken. Dies erlaubt Bereiche in denen das elektrische Feld nicht effektiv ist abzuschirmen und so den Kontrast zu verbessern. Die Elektroden können aber auch aus undurchsichtigem Material bestehen, üblicherweise aus Metall, z.B. aus Chrom, Aluminium, Tantal, Kupfer, Silber oder Gold, bevorzugt aus Chrom. In diesem Fall kann der Einsatz einer separaten schwarzen Maske gegebenenfalls entfallen.

Das verwendete elektrische Feld ist bevorzugt ein inhomogenes Feld.

In Abbildung 2 ist schematisch im Querschnitt der Aufbau eines erfindungsgemäßen Schaltelements oder eines Teils eines solchen Schaltelements dargestellt. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) (mit den beiden Elektroden (3) und (4) der Elektrodenstruktur) und (1') befindet sich, wie bei dem in Abbildung 1 dargestellten Schaltelement, das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) oberhalb der Elektroden (3) und (4) befinden sich hier jedoch die feste dielektrische Schicht (5).

Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren wieder die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

Im Zusammenhang mit den Anteilen der Flächen der Elektrodenstruktur und der festen dielektrischen Schicht bedeutet

- der wesentliche Teil: bevorzugt 20 % oder mehr, besonders bevorzugt 30 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 40 % oder mehr,
- der überwiegende Teil: bevorzugt 55 % oder mehr, besonders bevorzugt 60 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 70 % oder mehr,
- nahezu gesamt: bevorzugt 80 % oder mehr, besonders bevorzugt 90 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 95 % oder mehr, und
- gesamt: bevorzugt 98 % oder mehr, besonders bevorzugt 99 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 100 %.

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugt eine nematische Phase bzw. besonders bevorzugt eine chirale nematische, also eine cholesterische Phase auf. Es können jedoch auch Medien verwendet werden, bei denen der Temperaturbereich der nematischen bzw. cholesterischen Phase so schmal ist, dass praktisch ein Übergang von der kristallinen Phase oder von der bzw. einer smektischen Phase in die optisch isotrope Phase erfolgt. Diese optisch isotrope Phase kann direkt die isotrope Phase sein. Bevorzugt sind aber Medien die mit steigender Temperatur zunächst eine Blaue Phase aufweisen.

Der Klärpunkt der eine nematische Phase aufweisenden mesogenen Medien liegt bevorzugt im Bereich von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $80^{\circ}\text{C}$ , besonders bevorzugt im Bereich von  $0^{\circ}\text{C}$  bis  $60^{\circ}\text{C}$  und ganz besonders bevorzugt im Bereich von  $20^{\circ}\text{C}$  bis  $60^{\circ}\text{C}$ . Bei Anzeigen mit Hintergrundbeleuchtung liegt der Klärpunkt bevorzugt im Bereich von  $10^{\circ}\text{C}$  bis  $70^{\circ}\text{C}$  und besonders bevorzugt im Bereich von  $30^{\circ}\text{C}$  bis  $50^{\circ}\text{C}$ .

Die nematische Phase ist bevorzugt stabil bis  $-10^{\circ}\text{C}$ , besonders bevorzugt bis  $-30^{\circ}\text{C}$  und ganz besonders bevorzugt bis  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4 Grad unter dem Klärpunkt bevorzugt eine Doppelbrechung ( $\Delta n$ ) von 0,080 oder mehr auf. Der Wert der Doppelbrechung ist für die erfindungsgemäße Anwendung nahezu unbegrenzt. Praktisch ist er jedoch in der Regel 0,400 oder kleiner, bevorzugt 0,300 oder kleiner und besonders bevorzugt 0,200 oder kleiner. Der Wert der Doppelbrechung der erfindungsgemäßen Medien wird hier in der nematischen Phase bei einer Temperatur von  $4^{\circ}$  unterhalb des Klärpunkts gemessen.

Ist das Medium bei dieser Temperatur nicht stabil nematisch oder zumindest bis zu dieser Temperatur in der nematischen Phase unterkühlbar, so wird die Doppelbrechung einer Mischung aus 10% des Mediums und 90% der nematischen Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA bei  $20^{\circ}\text{C}$  bestimmt und aus der Änderung der Werte gegenüber denen der Wirtsmischung auf den Wert des reinen Mediums extrapoliert. Beträgt die

Löslichkeit des Mediums in ZLI-4792 geringer als 10%, wird ausnahmsweise eine 5%-ige Lösung verwendet. Ist die Löslichkeit des Mediums in ZLI-4792 geringer als 5%, wird die nematische Mischung MLC-6828 der Merck KGaA als Wirtsmischung verwendet. Auch hier beträgt die  
5 Standardkonzentration 10% und nur wenn die Löslichkeit zur Herstellung der entsprechenden Mischung nicht ausreicht wird eine 5%-ige Lösung verwendet.

Für die Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung können  
10 sowohl mesogene Steuermedien verwendet werden, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon$ ) aufweisen, als auch solche die eine negative dielektrische Anisotropie aufweisen. Bevorzugt werden mesogene Steuermedien verwendet, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon$ ) aufweisen.  
15

Wenn die mesogenen Steuermedien eine positive dielektrische Anisotropie haben, hat diese bei 1 kHz und einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts, bevorzugt in der nematischen Phase, einen Wert von bevorzugt 40 oder mehr. Hat das Medium keine nematische  
20 Phase oder liegt es bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts nicht in der nematischen Phase vor, so wird seine dielektrische Anisotropie, wie oben bei der Beschreibung der Bestimmung der Doppelbrechung der Medien beschrieben, durch Extrapolation der Werte einer Mischung von 10% bzw. 5% in der Wirtsmischung ZLI-4792 bzw.  
25 MLC-6828 ermittelt.

In der vorliegenden Anmeldung gilt, soweit nicht explizit anders angegeben, das Folgende.

30 Die dielektrische Anisotropie  $\Delta\epsilon$  der Verbindungen wird bei 1 kHz und 20°C durch Extrapolation der Werte einer 10%-igen Lösung der jeweiligen Verbindung in einer Wirtsmischung auf einen Anteil der jeweiligen Verbindung von 100% bestimmt. Die Kapazitäten der Testmischungen werden sowohl in einer Zelle mit homeotroper, als auch in einer Zelle mit  
35 homogener Randorientierung bestimmt. Die Schichtdicke beider Zellentypen beträgt circa 20  $\mu\text{m}$ . Zur Messung wird eine Rechteckwelle mit

einer Frequenz von 1 kHz und einer effektiven Spannung (rms, Englisch: root mean square) von typischer Weise 0,03 V (manchmal auch 0,1 V) bis 1,0 V verwendet. In jedem Fall ist die verwendete Spannung niedriger als die kapazitive Schwelle der jeweils untersuchten Mischung.

5

Für dielektrisch positive sowie für dielektrisch neutrale Verbindungen wird, wie oben für die Steuermedien beschrieben, die Mischung ZLI-4792 bzw. MLC-6828, für dielektrisch negative Verbindungen, die Mischung ZLI-3086, beide von Merck KGaA, Deutschland, als Wirtsmischung verwendet.

10

15

Der Begriff Schwellenspannung bedeutet in der vorliegenden Anmeldung die optische Schwelle und wird für einen relativen Kontrast von 10 % ( $V_{10}$ ) angegeben. Die Mittgrauspannung und die Sättigungsspannung werden ebenfalls optisch bestimmt und für einen relativen Kontrast von 50%, bzw. von 90 % angegeben. Die kapazitive Schwellenspannung ( $V_0$ ), auch Freedericksz-Schwelle genannt, angegeben, so wird dies explizit angegeben.

20

Die angegebenen Bereiche von Werten schließen bevorzugt die Grenzwerte ein.

25

30

Die Konzentrationen sind in Massen-% gegeben und beziehen sich auf die vollständige Mischung. Temperaturen sind in Grad Celsius und Temperaturdifferenzen in Differenzgrad Celsius angegeben. Alle physikalischen Eigenschaften wurden bestimmt wie in "Merck Liquid Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals", Stand Nov. 1997, Merck KGaA, Deutschland und sind für eine Temperatur von 20 °C angegeben. Die optische Anisotropie ( $\Delta n$ ), auch Doppelbrechung genannt, wird bei einer Wellenlänge von 589,3 nm bestimmt. Die dielektrische Anisotropie ( $\Delta \epsilon$ ) wird bei einer Frequenz von 1 kHz bestimmt.

Im Zusammenhang mit Angaben zur Zusammensetzung der Medien, bzw. ihrer Komponenten, bedeutet

35

- 5       - „enthalten“, dass die Konzentration des jeweiligen genannten Materials, also der Komponente oder der Verbindung, in der Bezugseinheit, also dem Medium bzw. der Komponente, bevorzugt 10% oder mehr, besonders bevorzugt 20 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 30% oder mehr beträgt,
- 10       - „überwiegend bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 50% oder mehr, besonders bevorzugt 60 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 70% oder mehr beträgt und
- 15       - „nahezu vollständig bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 80% oder mehr, besonders bevorzugt 90 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 95% oder mehr beträgt.

Die Klärenthalpie wird mittels „differential scanning calorimetry“ bestimmt.

20       Die „voltage holding rato“ wird mit einem kommerziell erhältlichen Meßgerät VHRM-100 der Firma Autronic Melchers, Deutschland bestimmt.

Der Stromfluß durch die Zelle wird mit einem kommerziell erhältlichen Meßgerät LCCS der Firma Autronic Melchers, Deutschland bestimmt.

25       Die dielektrischen Eigenschaften, elektrooptischen Eigenschaften (z.B. die Schwellenspannungen) und die Schaltzeiten wurden in bei der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland hergestellten Testzellen, bestimmt. Die Testzellen zur Bestimmung von  $\Delta\epsilon$  hatten eine Schichtdicke von 22  $\mu\text{m}$  und eine kreisförmige Elektrode aus Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Fläche von 1,13  $\text{cm}^2$  und einem Schutzring. Für homeotrope Orientierung zu Bestimmung von  $\epsilon_{||}$  wurden Zellen mit einer homeotrop orientierenden Polyimid-Orientierungsschicht verwendet. Alternativ kann Lezithin (Merck KGaA) als Orientierungsmittel verwendet. Die Zellen zur Bestimmung von  $\epsilon_{\perp}$  hatten Orientierungsschichten aus dem Polyimid AL-1054 der Firma Japan Synthetic Rubber, Japan. Die Kapazitäten wurden in der Regel mit einem Frequenzanalysator Solatron 1260 mit einer Rechteckwelle mit

30

35

einer Effektivspannung von  $0.3 V_{rms}$  gemessen. Die elektrooptischen Untersuchungen wurden mit weißem Licht durchgeführt. Die charakteristischen Spannungen wurden unter senkrechter Beobachtung bestimmt.

5

Die Dielektrizitätskonstante der Medien in der optisch isotropen Phase wurde bei einer Temperatur von  $4^\circ$  oberhalb der Übergangstemperatur in die optisch isotrope Phase des jeweiligen Mediums bestimmt.

10

Die Medien wurden in Testzellen mit interdigitalen Elektroden gefüllt. Die Schichtdicke der Testzellen betrug ca.  $10 \mu m$ . Die Breite der Elektroden betrug  $10 \mu m$  und der Abstand zwischen den benachbarten Elektroden betrug  $10 \mu m$ . Die elektrooptische Kennlinie wurde bei verschiedenen Temperaturen oberhalb des Klärpunkts des jeweiligen Mediums bestimmt.

15

Als charakteristischer Wert der Kennlinie wird in der vorliegenden Anmeldung der Wert der Spannung ( $V_{70}$ ) angegeben, bei der bei einer Temperatur von  $2^\circ$  oberhalb des Klärpunkts des jeweiligen Mediums ein relativer Kontrast von 70% erreicht wird.

20

In der vorliegenden Anmeldung, besonders in den im folgenden beschriebenen Beispielen werden die Strukturen der chemischen Verbindungen mittels Abkürzungen angegeben. Die Bedeutung der jeweiligen Abkürzungen ist in den folgenden Tabellen A und B zusammengestellt. Alle Gruppen  $C_n H_{2n+1}$  und  $C_m H_{2m+1}$  sind geradkettige Alkylgruppen mit  $n$  bzw.  $m$  C-Atomen. Tabelle B ist aus sich selbst heraus verständlich, da sie jeweils die vollständige Abkürzung für eine Formel homologer Verbindungen angibt. In Tabelle A sind nur die Abkürzungen für die Kernstrukturen der Verbindungstypen zusammengestellt. Die Abkürzungen für die jeweiligen einzelnen Verbindungen setzen sich aus der jeweils zutreffenden dieser Abkürzungen für den Kern der Verbindung und der mittels einem Bindestrich angehängten Abkürzung für die Gruppen  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $L^1$  und  $L^2$  gemäß folgender Tabelle zusammen.

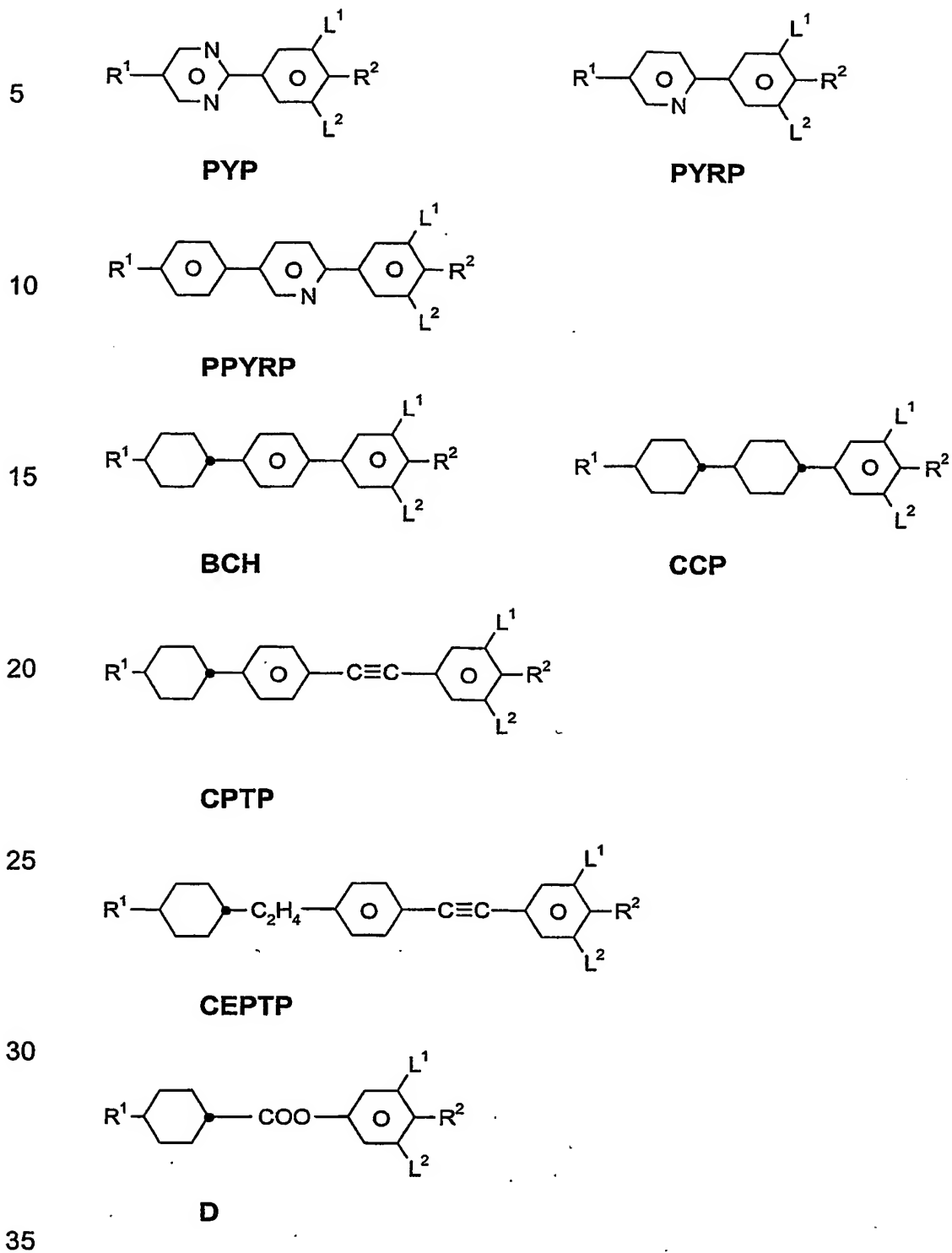
25

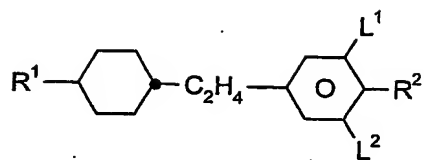
30

35

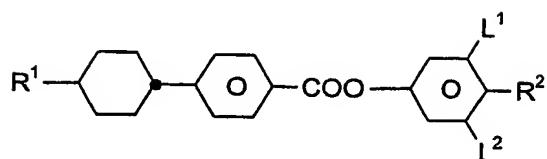
	Abkürzung für R <sup>1</sup> R <sup>1</sup> , R <sup>2</sup> , L <sup>1</sup> , L <sup>2</sup>	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>
5	nm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H
	nOm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OC <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H
	nO.m	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H
	n	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	H	H
10	nN.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	H	F
	nN.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	F	F
	nON.F.F	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	F	F
	nOF	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H	H
15	nCl	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	H	H
	nCl.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	H	F
	nCl.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	F	F
	nF	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H	H
20	nF.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H	F
	nF.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	F	F
	nmF	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	F	H
	nCF <sub>3</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CF <sub>3</sub>	H	H
25	nOCF <sub>3</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	H	H
	nOCF <sub>3</sub> .F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	H	F
	nOCF <sub>3</sub> .F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	F	F
	nOCF <sub>2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	H	H
30	nOCF <sub>2</sub> .F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	H	F
	nOCF <sub>2</sub> .F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	F	F
	nS	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	NCS	H	H
	nS.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	NCS	H	F
35	nS.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	NCS	F	F
	rVsN	C <sub>r</sub> H <sub>2r+1</sub> -CH=CH-C <sub>s</sub> H <sub>2s</sub> -	CN	H	H
	rOsN	C <sub>r</sub> H <sub>2r+1</sub> -O-C <sub>s</sub> H <sub>2s</sub> -	CN	H	H
	nAm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	COOC <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H



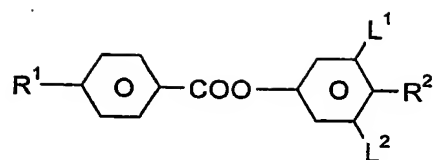
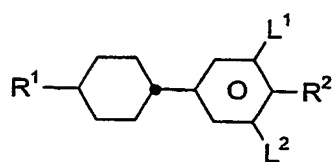
**Table A:**



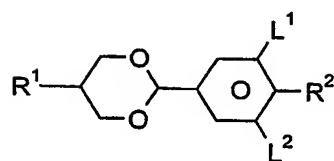
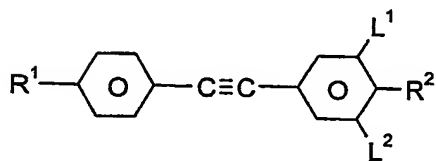
5

**EPCH**

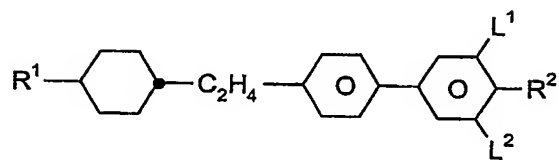
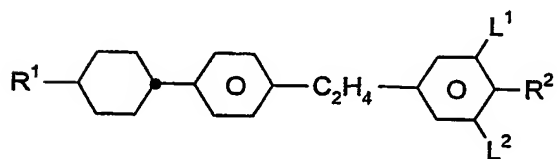
10

**HP****ME**

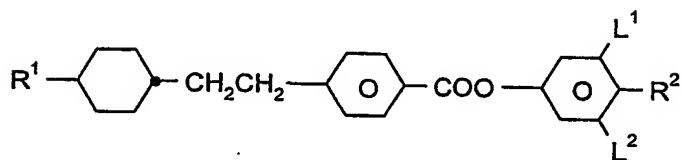
15

**PCH****PDX**

20

**PTP****BECH**

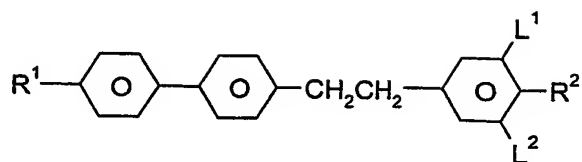
25

**EBCH**

30

**EHP**

35

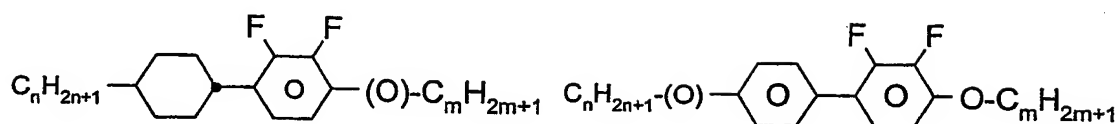


5

ET

**Table B:**

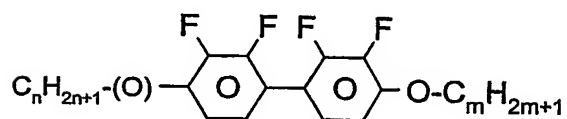
10



PCH-n(O)mFF

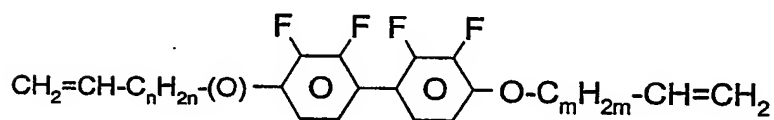
PY-n(O)-Om

15



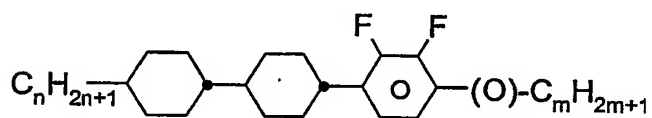
YY-n(O)-Om

20



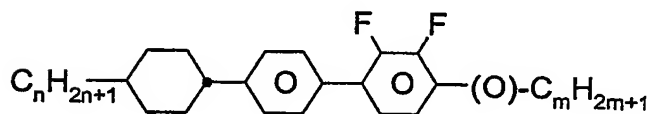
YY-Vn(O)-OmV

25



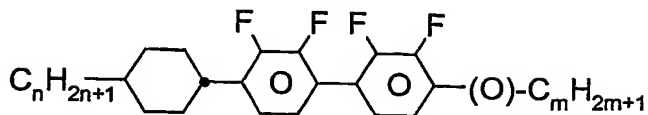
CCP-n(O)mFF

30

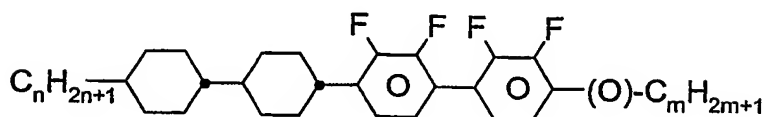


35

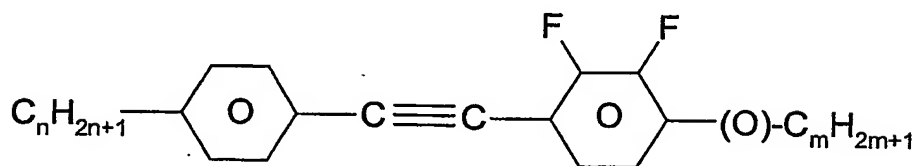
CPY-n(O)-m



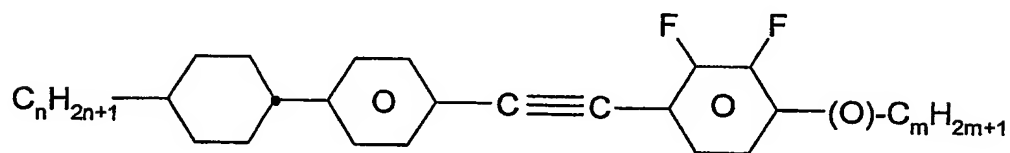
5

**CYY-n-(O)m**

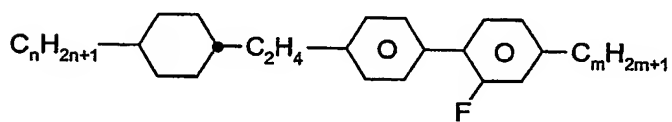
10

**CCYY-n-(O)m**

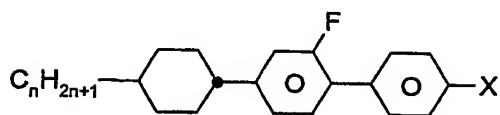
15

**PTP-n(O)mFF**

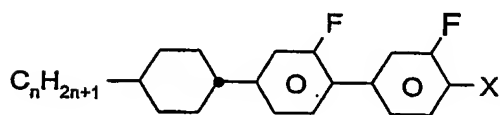
20

**CPTP-n(O)mFF**

25

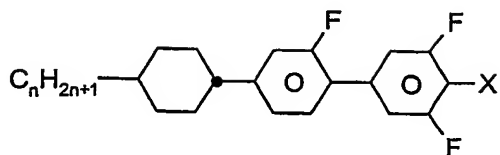
**Inm**

30

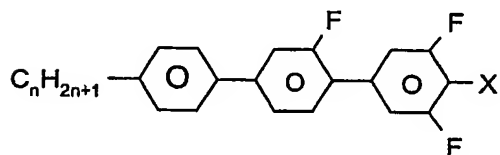
**CGP-n-X****(X = besonders F, Cl, CN=„N“, NCS=„S“)**

35

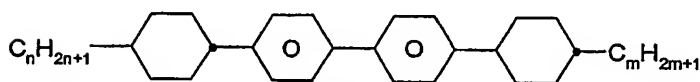
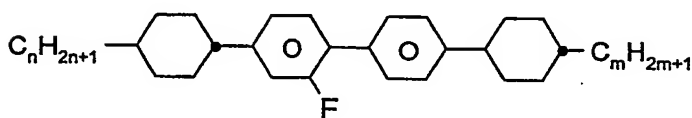
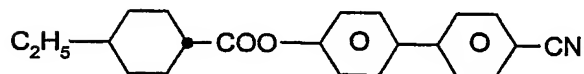
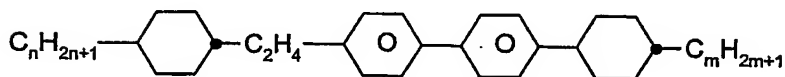
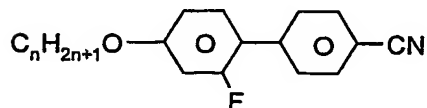
**CGG-n-X****(X = besonders F, Cl, CN=„N“, NCS=„S“)**

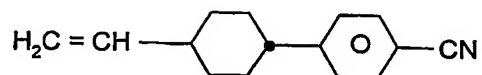
**CGU-n-X**

(X = besonders F, Cl, CN=„N“, NCS=„S“)

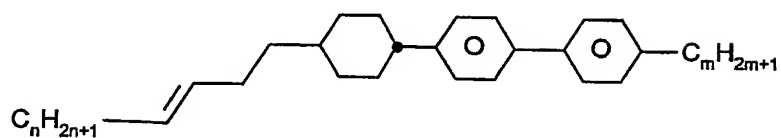
**PGU-n-X**

(X = besonders F, Cl, CN=„N“, NCS=„S“)

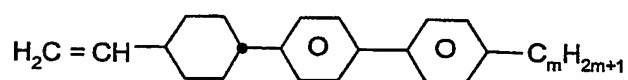
**CBC-nm****CBC-nmF****CHE****ECBC-nm****GP-nO-N**

**CP-V-N**

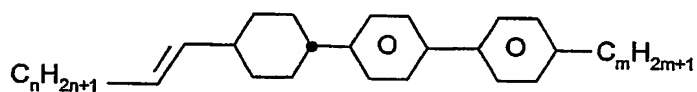
5

**CPP-nV2-m**

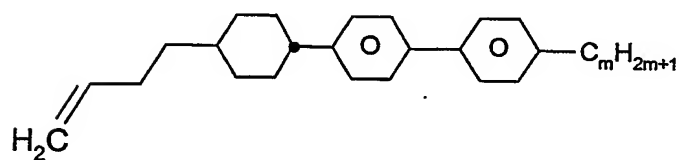
10

**CPP-V-m**

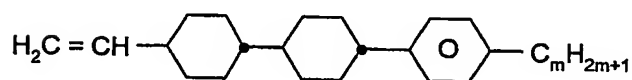
15

**CPP-nV-m**

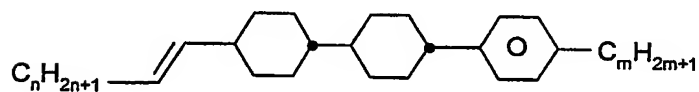
20

**CPP-V2-m**

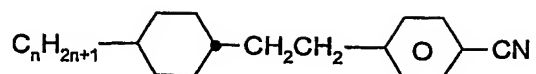
25

**CCP-V-m**

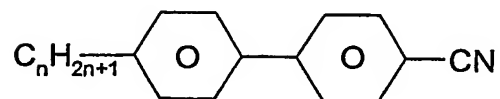
30

**CCP-nV-m**

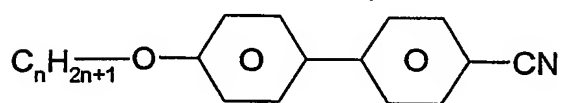
35

**G3·n**

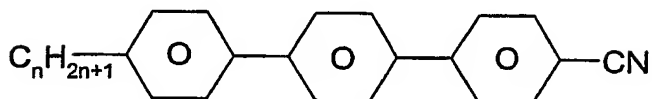
5

**K3·n**

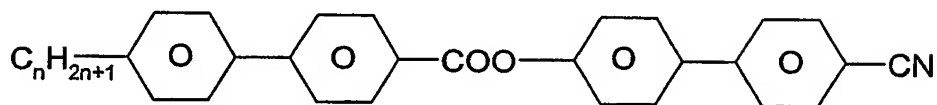
10

**M3·n**

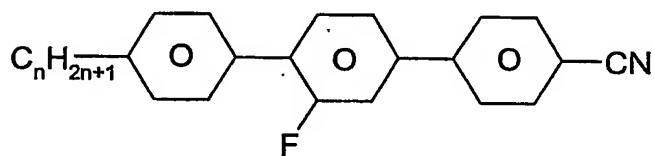
15

**T3·n**

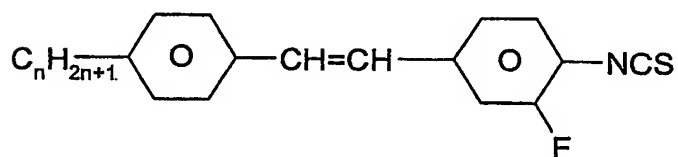
20

**BB3·n**

25

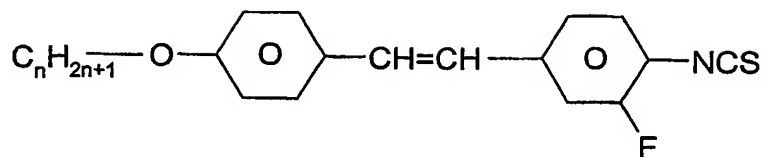
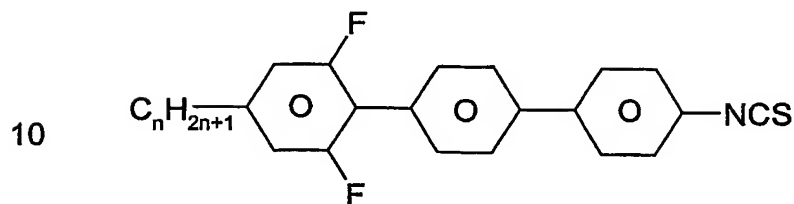
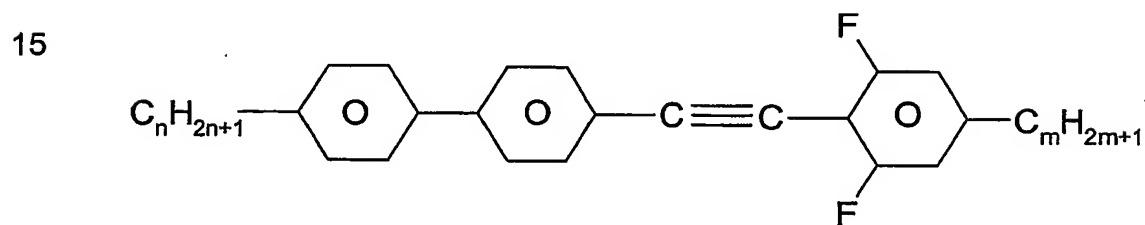
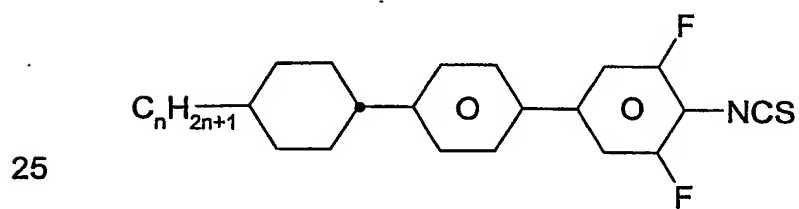
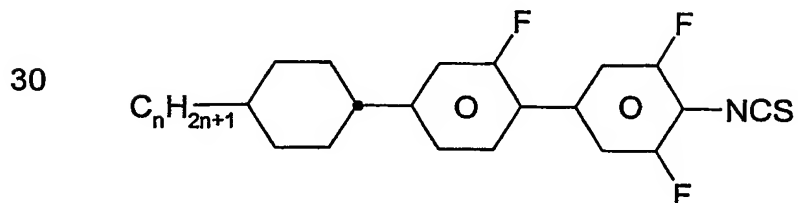
**PGIP-n-N**

30

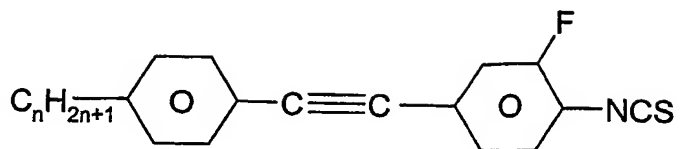


35

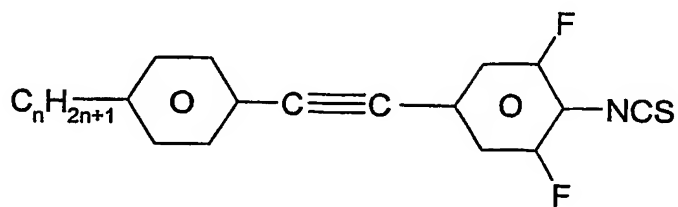
**PVG-n-S**

**PVG-nO-S****UPP-n-S****PPTUI-n-m****CPU-n-S****CGU-n-S**

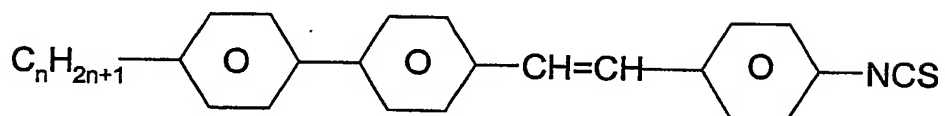




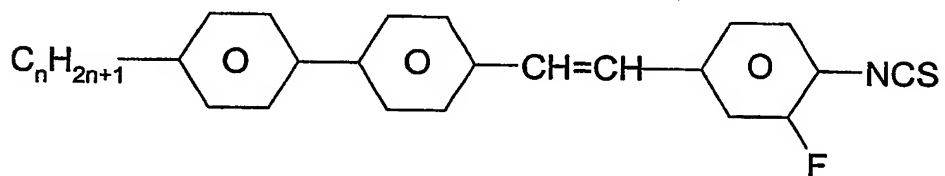
5

**PTG-n-S**

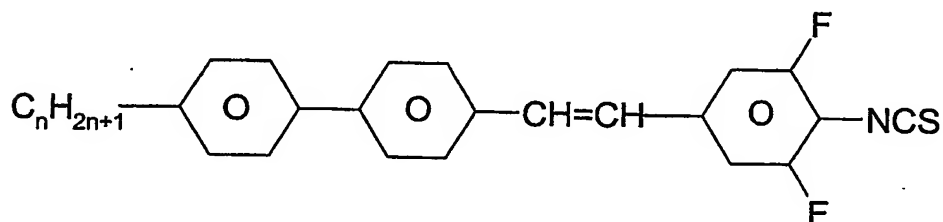
10

**PTU-n-S**

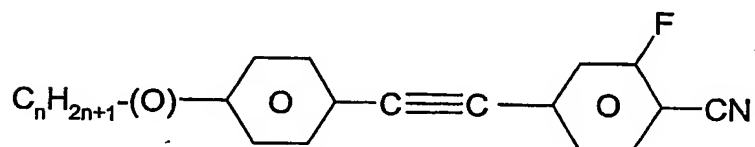
15

**PPVP-n-S**

20

**PPVG-n-S**

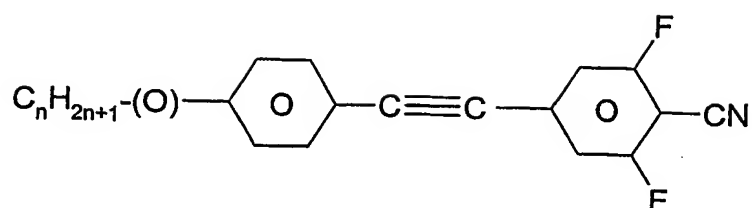
25

**PPVU-n-S**

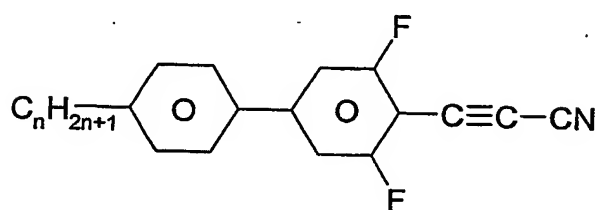
35

**PTG-n(O)-N**

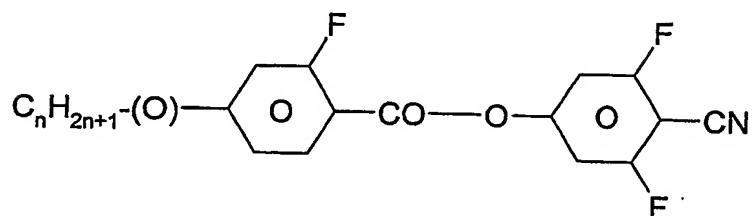
5

**PTU-n(O)-N**

10

**PU-n-AN**

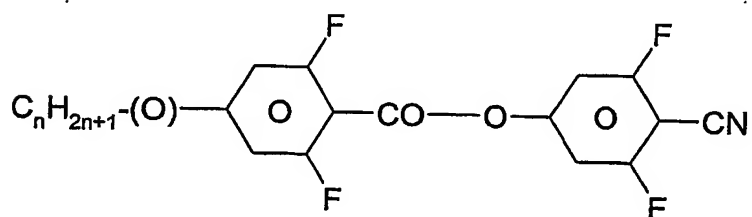
15



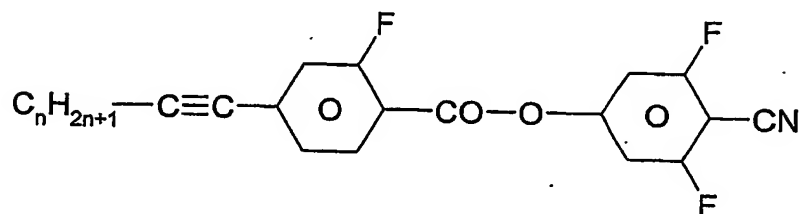
20

**GZU-n(O)-N**

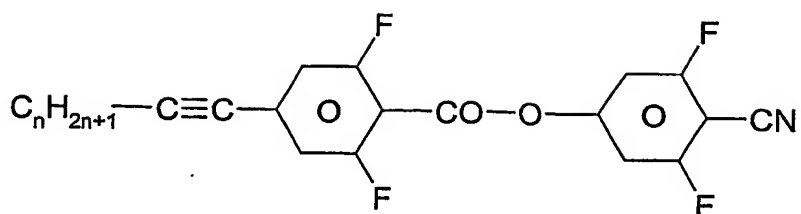
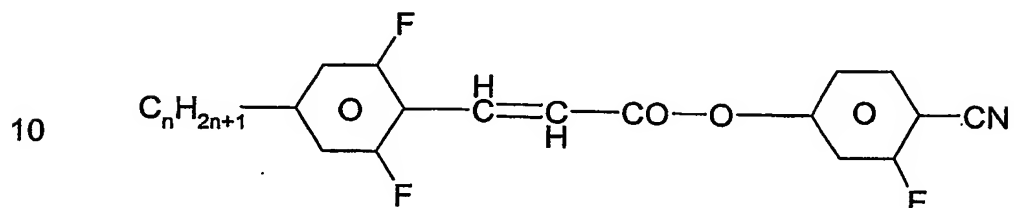
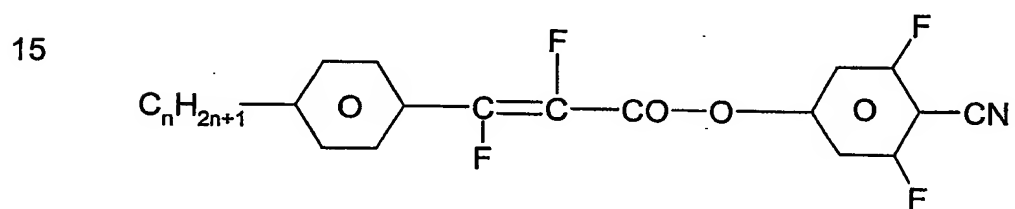
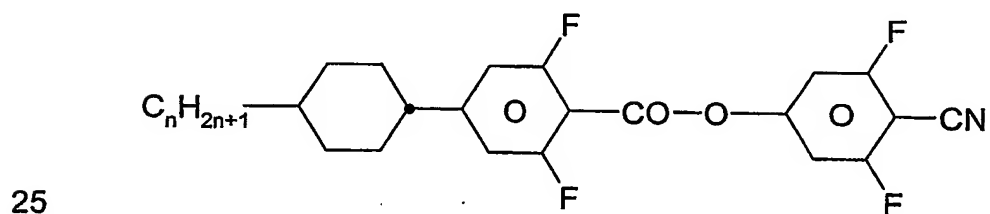
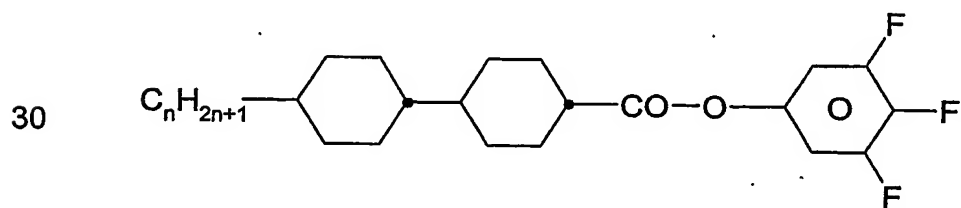
25

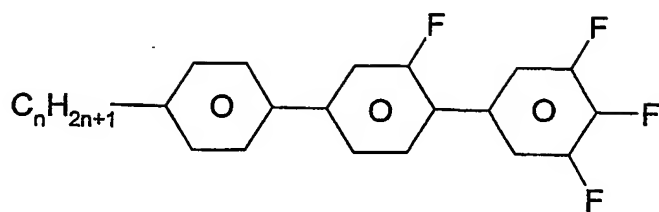
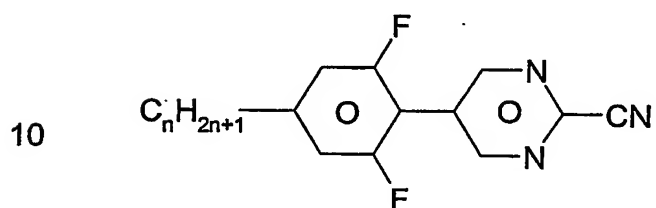
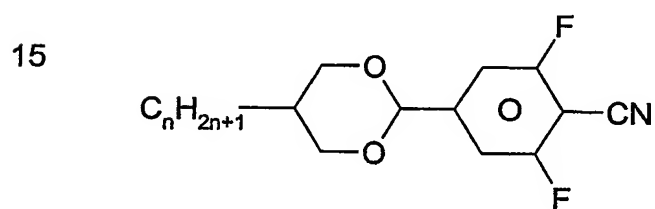
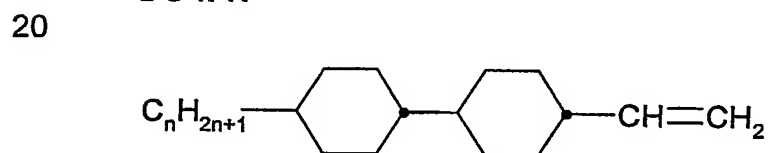
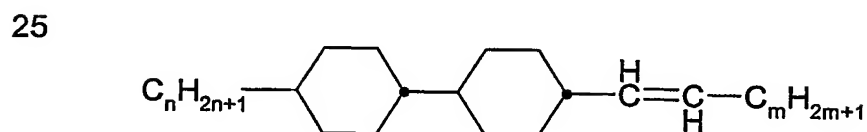
**UZU-n(O)-N**

30

**GZU-nA-N**

35

**UZU-nA-N****UVZG-n-N****PWZU-3-N****CUZU-n-N****CCZU-n-F**

**PGU-n-F****UM-n-N****DU-n-N****CC-n-V****CC-n-Vm**

30

35

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Anmeldung enthalten bevorzugt

- 5
- vier oder mehr, bevorzugt sechs oder mehr, Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabellen A und B und/oder
  - fünf oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle B und/oder
  - zwei oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle A.

10

### Beispiele

Die im Folgenden beschriebenen Beispiele illustrieren die vorliegende Erfindung ohne sie in irgend einer Art zu beschränken. Ferner zeigen sie dem Fachmann welche Eigenschaften und insbesondere welche Eigenschaftskombinationen mit der vorliegenden Erfindung erreicht werden können.

15

### Vergleichsbeispiel

Die Flüssigkristallmischung mit der folgenden Zusammensetzung wird hergestellt und untersucht.

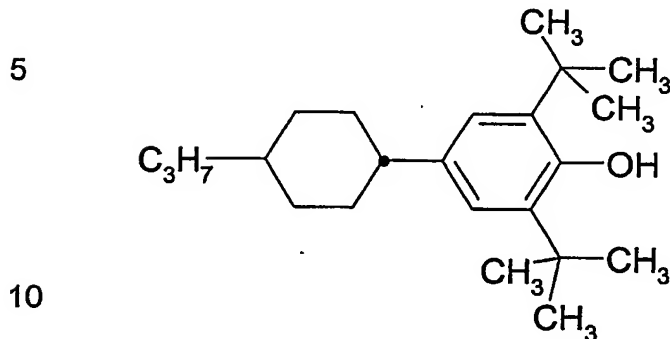
20

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%		
1	UZU-3A-N	15,0	$T(N,I)$	= 22,5 °C
2	UZU-5A-N	5,6	$T(N,I)-4^{\circ}$	= 18,5 °C
3	GZU-3A-N	15,0	$\Delta n(18,5^{\circ}\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,0986
4	GZU-4A-N	15,0	$T(N,I)+4^{\circ}$	= 26,5 °C
5	GZU-4O-N	12,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^{\circ}\text{C}, 1\text{kHz})$	= 60,8
6	CUZU-2-N	11,0	$\Delta H(N,I)$	= 572 J/kg
7	CUZU-3-N	11,0	$T_c(N,I)^{\circ}$	= 23,0 °C
8	CUZU-4-N	11,0	$T_c(N,I)+2^{\circ}$	= 25,0 °C
9	HP-3N.F	4,4	$V_{10}(T(N,I)+2^{\circ}\text{C}, 1\text{kHz})$	= 33 V
$\Sigma$		100,0	$V_{70}((N,I)+2^{\circ}\text{C}, 1\text{kHz})$	= 48 V

30

35

Diese Flüssigkristallmischung wird mit 0,1% des Phenols der Formel



versetzt und in eine Testzelle mit interdigitalen Elektroden, ohne Beschichtung gefüllt. Der Klärpunkt in der Zelle ( $T_c(N,I)$ ) betrug  $23,0^\circ\text{C}$ . Die Zelle wurde bei einer Temperatur von  $2^\circ$  oberhalb dieses Klärpunkts, also bei einer Temperatur von  $25,0^\circ\text{C}$  bezüglich ihrer elektrooptischen Eigenschaften untersucht. Anschließend wird ihre Stabilität untersucht. Hierzu wird die „voltage holding ratio“ bei Umgebungstemperatur von ca.  $20^\circ\text{C}$  und der Stromfluß durch die Zelle gemessen.

Die verwendete Testzelle wies interdigitale Elektroden auf nur einem der beiden Substrate auf. Eine elektrooptische Testzelle mit einem Lichtschaltelement enthaltend die Flüssigkristallmischung wurde hergestellt. Die Substrate bestanden aus Glas. Es wurden Substrate ohne Orientierungsschicht und ohne Passivierungsschicht verwendet. Die Elektrodenstruktur bestand aus ineinander verzahnten kammförmigen Elektroden. Der Abstand der Elektroden voneinander betrug  $10\text{ }\mu\text{m}$  und die Breite der Elektroden betrug  $10\text{ }\mu\text{m}$ . Die Schichtdicke der Elektroden betrug ca.  $100\text{ nm}$ . Die Elektroden befanden sich alle in einer gemeinsamen Ebene. Die Schichtdicke des Steuermediums betrug ca.  $10,0\text{ }\mu\text{m}$ .

Es wurde ein erster Polarisator vor und als Analysator ein zweiter Polarisator hinter der Zelle benutzt. Die Absorptionsachsen der beiden Polarisatoren bildeten einen Winkel von  $90^\circ$  zueinander. Der Winkel zwischen der Achse der maximalen Absorption der Polarisatoren und der

- Komponente des elektrischen Felds in der Ebene der Anzeige betrug jeweils  $45^\circ$ . Die Spannungs-Transmissions-Kennlinie wurde mit einem elektrooptischen Messplatz DMS 703 der Firma Autronic-Melchers, Karlsruhe, Deutschland bestimmt. Die Betriebstemperatur betrug  $25,0^\circ\text{C}$ . Bei senkrechter Beobachtung wurde eine Kurve erhalten wie sie für eine Zelle mit elektrisch kontrollierter Doppelbrechung (z. B. ECB) typisch ist. Diese Ergebnisse sind auch in der folgenden Tabelle (Tabelle 1) zusammengestellt.
- Die „voltage holding ratio“ und der Stromfluß durch die Zelle wird bei Umgebungstemperatur von ca.  $20^\circ\text{C}$  bestimmt. Hierbei werden jeweils drei Testzellen untersucht und die erhaltenen Ergebnisse gemittelt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Eigenschaften der Schaltelemente

Beispiel:	Vergleich	1
Elektrodenstruktur		
Abstand / $\mu\text{m}$	10	10
Breite / $\mu\text{m}$	10	10
Passivierungsschicht	Nein	Ja
Kennlinie bei $25,0^\circ\text{C}$		
Relativer Kontrast / %	Spannung / V	
0	0	0
10	33	55
70	48	98
Elektrische Eigenschaften bei $20^\circ\text{C}$		
Voltage holding ratio / %	90,8	95,9
(1-Voltage holding ratio) / %	9,2	4,1
Strom / $\mu\text{A}$	1,61	0,30

Beispiel

Die Mischung des Vergleichsbeispiels mit 0,1% des dort verwendeten Phenols wird in eine Testzelle gemäß der Lehre der vorliegenden  
5 Anmeldung gefüllt und, wie bei dem Vergleichsbeispiel beschrieben, ihre elektrooptischen Eigenschaften bei einer Temperatur von 25,0°C, ihre „voltage holding ratio“ und ihre Stromaufnahme bei einer Temperatur von 20°C bestimmt. Die Testzelle hat den selben Aufbau und die selbe  
10 Elektrodenstruktur wie die im Vergleichsbeispiel verwendete, jedoch ist hier die Elektrodenstruktur mit einer ca. 200 nm dicken Schicht aus SiO<sub>2</sub> bedeckt. Diese Passivierungsschicht bedeckt die gesamte Elektrodenstruktur inklusive der Elektrodenzwischenräume. Wie bei dem Vergleichsbeispiel werden jeweils drei Testzellen untersucht und die  
15 Mittelwerte der Ergebnisse angegeben.

Die so erhaltene Zelle erreichte bei einer Spannung von 55 V 10 %  
relativen Kontrast und bei 98 V 70 % relativen Kontrast.

Diese Ergebnisse sind in Tabelle 1 denen des Vergleichsbeispiels  
20 gegenübergestellt. Wie man aus dieser Tabelle ersehen kann, sind die charakteristischen Spannungen des Flüssigkristallschaltelements des Beispiels 1 gegenüber denen des Vergleichsbeispiels ca. zweifach erhöht. Gleichzeitig ist jedoch der Spannungsverlust (1-„voltage holding ratio“)  
jedoch um mehr als die Hälfte und die Stromaufnahme auf weniger als ein  
25 Fünftel verringert.

30

35



## Beschreibung der Abbildungen

5      Abbildung 1: Die Abbildung zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines Schaltelements oder eines Teils eines Schaltelements mit interdigitalen Elektroden. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) und (1') befindet sich das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) befinden sich die beiden Elektroden (3) und (4) der Elektrodenstruktur, die mit voneinander verschiedenen  
10      Potentialen beaufschlagt werden können. Vop bezeichnet die Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

15      Abbildung 2 zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines Schaltelements oder eines Teils eines Schaltelements gemäß der Lehre der vorliegenden Anmeldung. Die Elektroden sind ähnlich gestaltet wie bei der in Abbildung 1 gezeigten Ausführungsform. Die Elektroden (3) und (4) sind jedoch mit einer festen dielektrischen Schicht (5) bedeckt. Diese  
20      Schicht besteht aus  $\text{SiO}_2$  und hat eine Dicke von ca. 200 nm. Die Elektroden (3) und (4) bestehen aus Chrom und haben eine Dicke von ca. 100 nm. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren, wie in Abbildung 1, die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

**Liste der Bedeutung der Bezugszeichen der Abbildungen:**

- 1 : Oberfläche des ersten Substrats,
- 5 1' : Oberfläche des 2. Substrats,
- 2 : Steuerschicht,
- 10 3 : Leitfähige Schicht der Elektrodenstruktur, die mit dem 1. Potential beaufschlagt werden kann,
- 4 : Leitfähige Schicht der Elektrodenstruktur, die mit dem 2. Potential beaufschlagt werden kann,
- 15 5 : Feste dielektrische Schicht.

Vop : Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle

20

25

30

35

### Patentansprüche

1. Elektrooptisches Lichtsteuerelement umfassend
- ein Substrat oder mehrere Substrate,
  - eine Elektrodenanordnung,
  - mindestens ein Element oder mehrere Elemente zur Polarisation des Lichts und
  - ein Steuermedium,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in der optisch isotropen Phase vorliegt und dass
  - die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann und dass
  - das Lichtsteuerelement eine feste dielektrische Schicht zwischen der Elektrodenanordnung und der mesogenen Steuerschicht umfaßt.
2. Lichtsteuerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- die feste dielektrische Schicht aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_x$ , Siliziumnitrid oder Siliziumkarbid oder dergleichen besteht.
3. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- die feste dielektrische Schicht die Elektrodenstruktur mindestens teilweise bedeckt.
4. Lichtsteuerelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
- die feste dielektrische Schicht die Ecken und/oder Kanten der Elektrodenstruktur im wesentlichen vollständig bedeckt.
5. Lichtsteuerelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die feste dielektrische Schicht die Elektrodenstruktur im wesentlichen vollständig bedeckt.

5      6. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- die feste dielektrische Schicht die Elektrodenstruktur eine Dicke von 90% oder weniger der Schichtdicke der mesogenen  
10      Steuerschicht aufweist.

7. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Steuermedium bei der Betriebstemperatur des  
15      Lichtsteuerelements in einer Blauen Phase vorliegt.

8. Elektrooptische Anzeige enthaltend ein oder mehrere  
20      Lichtsteuerelemente nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7.

9. Elektrooptische Anzeige nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige mittels einer aktiven Matrix angesteuert wird.

25      10. Elektrooptisches Anzeigesystem enthaltend eine oder mehrere elektrooptische Anzeigen nach mindestens einem der Ansprüche 8 und 9.

30      11. Elektrooptisches Anzeigesystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass es als Fernsehbildschirm, als Computermonitor oder als beides verwendet wird oder verwendet werden kann.

35      12. Verwendung eines Lichtsteuerelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, zur Darstellung von Information.

13. Verwendung eines Lichtsteuerelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, in einer elektrooptischen Anzeige.

5

14. Verwendung einer elektrooptischen Anzeige nach mindestens einem der Ansprüche 8 und 9, in einem elektrooptischen Anzeigesystem.

10

15. Verwendung eines elektrooptischen Anzeigesystems nach mindestens einem der Ansprüche 10 und 11, zur Darstellung von Videosignalen oder von digitalen Signalen.

15

20

25

30

35

Fig. 1

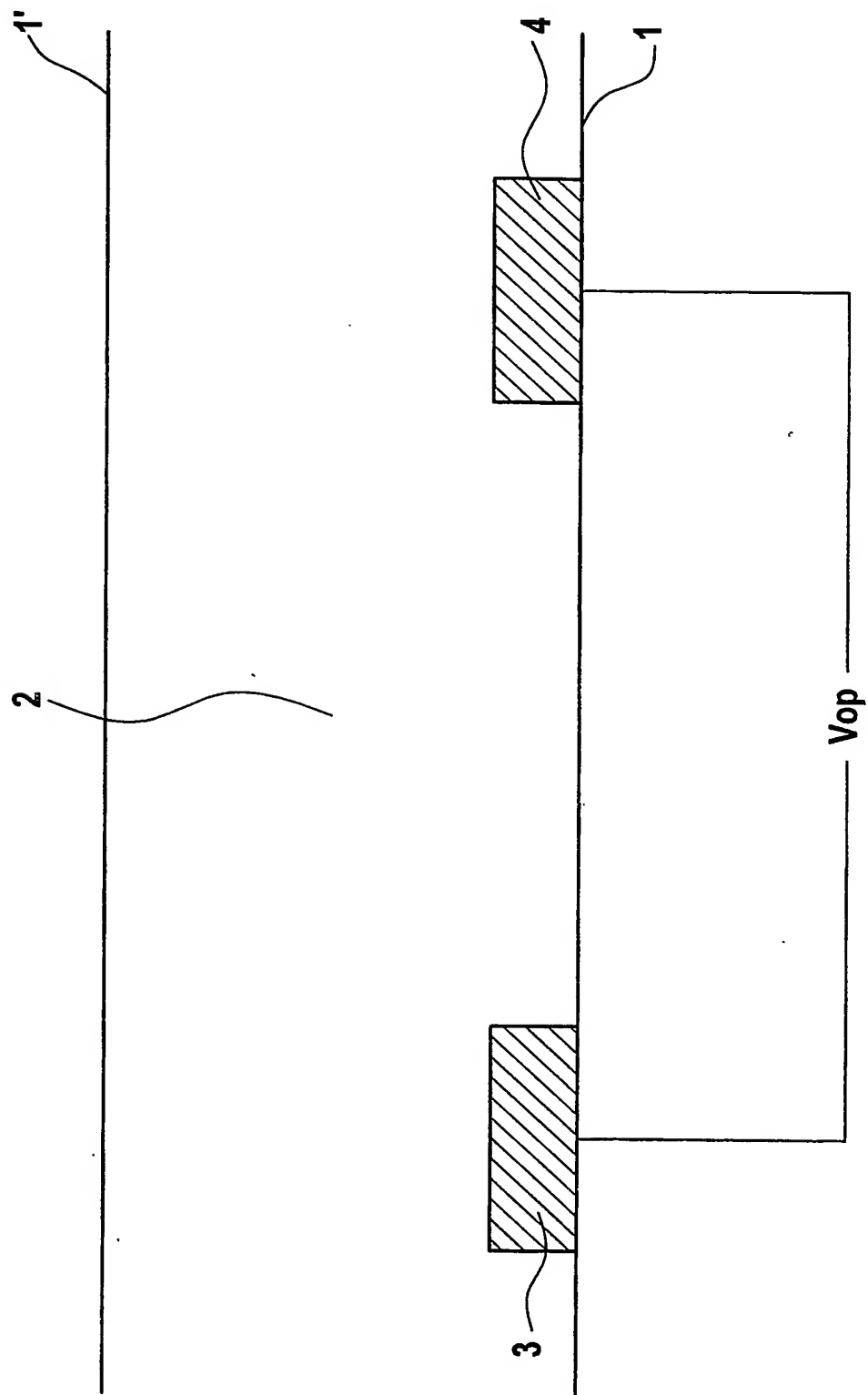
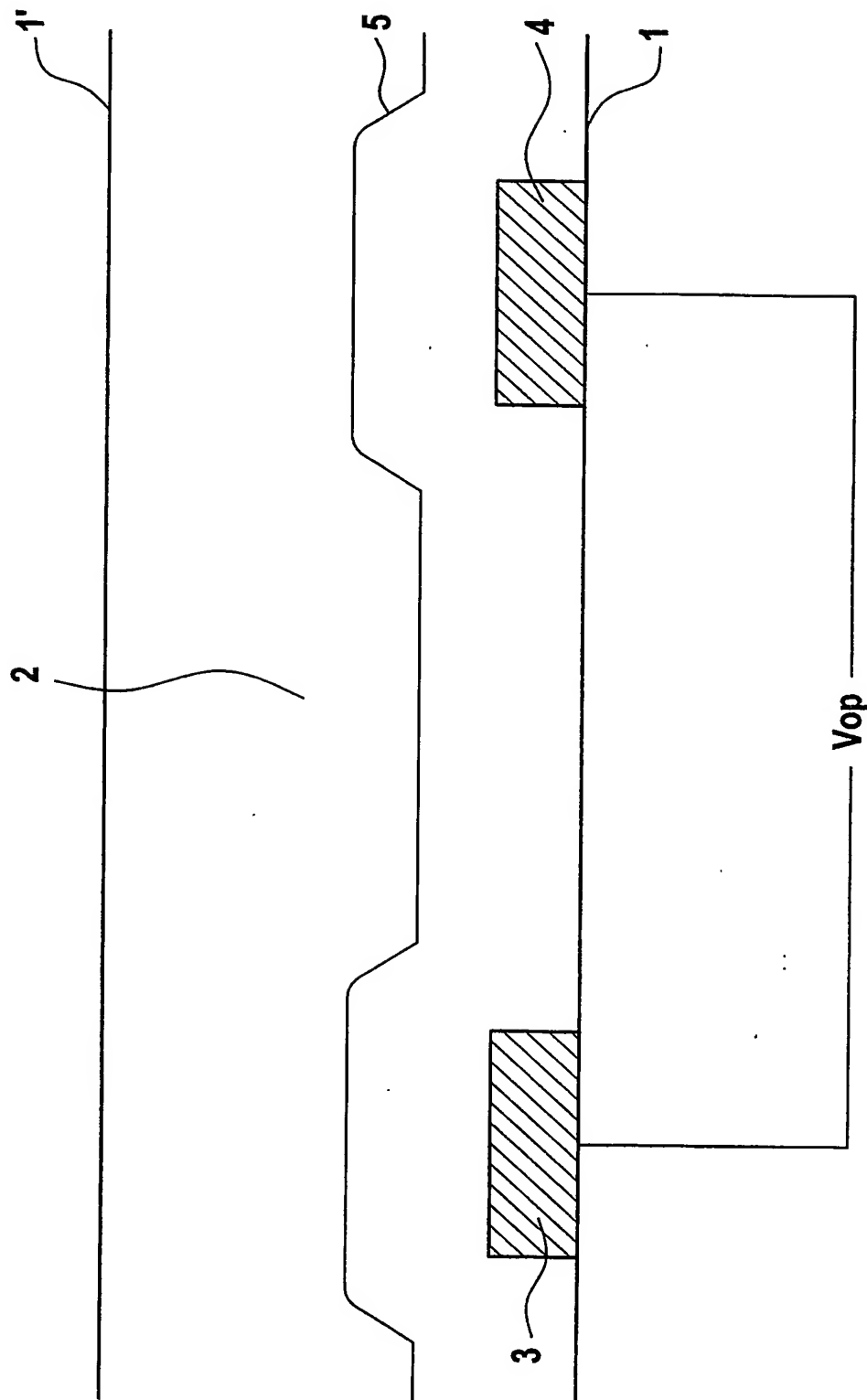


Fig. 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12082

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02F1/1333 G02F1/1343 G02F1/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 266 109 B1 (KAWATA YASUSHI ET AL) 24 July 2001 (2001-07-24) column 1, line 9 - line 12 column 11, line 28 - column 12, line 8 column 12, line 46 - line 59 column 14, line 36 - column 15, line 54 figures 1-3	1-6, 8-15
P, X	WO 02/093244 A (HECKMEIER MICHAEL ; MERCK PATENT GMBH (DE); GOETZ ACHIM (DE)) 21 November 2002 (2002-11-21) cited in the application page 3, line 30 - page 4, line 6 page 5, line 10 - line 31 page 59, line 31 - page 60, line 15 claims 1,2,8-11 ----- -/-	1-3, 6, 8-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 February 2004

Date of mailing of the international search report

03/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hauser, M



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 93/12082

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 34 25 584 A (MERCK PATENT GMBH) 16 January 1986 (1986-01-16) page 9 - page 11; figure 1 -----	7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/12082

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6266109	B1	24-07-2001	JP	11183937 A	09-07-1999
WO 02093244	A	21-11-2002	DE	10217273 A1	05-12-2002
			WO	02093244 A2	21-11-2002
DE 3425584	A	16-01-1986	DE	3425584 A1	16-01-1986
			JP	61051130 A	13-03-1986
			US	4767194 A	30-08-1988

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC17/1203/12082

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G02F1/1333 G02F1/1343 G02F1/07

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 266 109 B1 (KAWATA YASUSHI ET AL) 24. Juli 2001 (2001-07-24) Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 12 Spalte 11, Zeile 28 - Spalte 12, Zeile 8 Spalte 12, Zeile 46 - Zeile 59 Spalte 14, Zeile 36 - Spalte 15, Zeile 54 Abbildungen 1-3	1-6, 8-15
P, X	WO 02/093244 A (HECKMEIER MICHAEL ; MERCK PATENT GMBH (DE); GOETZ ACHIM (DE)) 21. November 2002 (2002-11-21) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Zeile 30 - Seite 4, Zeile 6 Seite 5, Zeile 10 - Zeile 31 Seite 59, Zeile 31 - Seite 60, Zeile 15 Ansprüche 1,2,8-11	1-3, 6, 8-15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/03/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hauser, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12082

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEFÜHRTE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 34 25 584 A (MERCK PATENT GMBH)  16. Januar 1986 (1986-01-16)  Seite 9 - Seite 11; Abbildung 1  -----</p>	7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12082

Im Recherchenbericht  
angeführtes Patentdokument

Datum der  
Veröffentlichung

Mitglied(er) der  
Patentfamilie

Datum der  
Veröffentlichung

US 6266109	B1	24-07-2001	JP	11183937 A	09-07-1999
WO 02093244	A	21-11-2002	DE	10217273 A1	05-12-2002
			WO	02093244 A2	21-11-2002
DE 3425584	A	16-01-1986	DE	3425584 A1	16-01-1986
			JP	61051130 A	13-03-1986
			US	4767194 A	30-08-1988